

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-281493

(P2001-281493A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001.10.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/293

識別番号

F I

G 0 2 B 6/28

テーマコード (参考)

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-89362 (P2000-89362)

(22) 出願日 平成12年3月28日 (2000.3.28)

(71) 出願人 00023/721

エフ・ディー・ケイ株式会社  
東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 増田 昭宏

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内

(72) 発明者 井村 智和

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内

(72) 発明者 松野 武

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内

(74) 代理人 100078961

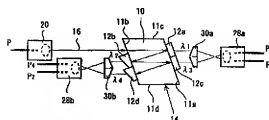
弁理士 茂見 穰

(54) 【発明の名称】 波長分波合波モジュール

(57) 【要約】

【課題】 ポート間隔を狭くして製品サイズを小さくする。また、全てのポートを伝送路に対して平行に配設し、光ファイバの引き回しも容易にする。

【解決手段】 相対向する2つの主表面11a、11bが互いに平行で伝送路16に対して傾いて設けられるフィルタホルダ10に、選択通過波長の異なる複数の帯域通過フィルタ12a、…、12dを設け、非選択通過波長光が反射を繰り返して、特定波長光が帯域通過フィルタを通過する分波合波器本体14を用いる。入出力ポートとして複数のファイバコリメータを配置する。隣接するポートは、2本の光ファイバを同じフェルルに収容し、それらに共通のレンズを組み込んだ2芯ファイバコリメータ28a、28bからなり、ファイバコリメータと分波合波器本体との間に光路補正プリズム30a、30bを挿入して、帯域通過フィルタと光ファイバとの間に光路補正プリズム及びレンズを介して結合させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対向する2つの主表面が互いに平行で且つ該主表面が伝送路に対して傾いた状態で設けられるフィルタホルダと、該フィルタホルダの両方の主表面に取り付けられた選択通過波長の異なる複数の帯域通過フィルタとを具備し、特定の選択通過波長のみが対応する帯域通過フィルタとを通過可能で、非選択通過波長は、前記フィルタホルダの内部で順次反射を繰り返す構造の分波合波器本体を用い、入出力ポートとして複数のファイバコリメータが前記分波合波器本体に対向して両側に振り分け配置されている波長分波合波モジュールであって、入出力ポートのうちの隣接するポートは、2本の光ファイバを同一フェルールに収容し、それら2本の光ファイバに対して共通のレンズを組み合わせた2芯ファイバコリメータで構成され、2芯ファイバコリメータと帯域通過フィルタとの間に光路を曲げる光路補正プリズムを挿入して、各帯域通過フィルタとそれに対応する光ファイバとの間を前記光路補正プリズム及びレンズを介して結合させるようにしたことを特徴とする波長分波合波モジュール。

【請求項2】 フィルタホルダの一方の主表面に取り付ける帯域通過フィルタは平行平板状であり、他方の主表面に取り付ける帯域通過フィルタは楔形であって、全てのファイバコリメータが伝送路に平行に配設されている請求項1記載の波長分波合波モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信などの分野で波長分波あるいは波長合波を行うための光回路モジュールに関し、更に詳しく述べると、平行な主表面をもつフィルタホルダの両主表面に選択通過波長の異なる帯域通過フィルタを取り付け、入出力ポートとなるファイバコリメータを配設した多重反射型の波長分波合波モジュールに関するものである。この波長分波合波モジュールは、例えば波長分割多重方式の光通信システムにおいて、多重化された複数波長の信号光を波長毎に切り分けるのに有用な光回路モジュールであり、波長合波にも利用可能な光回路モジュールである。

## 【0002】

【従来の技術】 波長分割多重方式の光通信システムにおいては、多重化された複数波長の信号光を各波長毎に切り分けた、複数の異なる波長光を波長多重化された信号光に合波する光回路が必要となる。波長分割多重数は、現在では4波、8波、あるいは16波などの場合が多いが、通信容量の増大に伴って32波以上へとますます増加する傾向にある。

【0003】 波長を分波あるいは合波する光回路にはいくつかの方式があるが、波長多重数が多い場合（4波長以上の場合）には、複数の帯域通過フィルタを組み合わせた多重反射型の波長分波合波光回路が用いられてい

る。

【0004】 この種の波長分波合波光回路は、選択通過波長の異なる複数の帯域通過フィルタを配設し、特定の選択通過波長のみが対応する帯域通過フィルタを通過し、非選択通過波長は順次反射を繰り返すように構成する。そして、入出力ポートとなるファイバコリメータを各帯域通過フィルタに対向するように両側に振り分け配置する。ここで各ファイバコリメータは、すべて1本の光ファイバをフェルールに収容し、それとレンズを組み合わせた単芯構造が採用されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来開発されあるいは検討されている波長多重光通信用の分波合波装置では、上記のように各入出力ポートとして単芯ファイバコリメータを使用しているために、波長多重数が多くなると装置は著しく大型化する。ファイバコリメータに組み込まれる球レンズやフェルールの直径（通常、2mm程度以上）を考慮すると、隣接するファイバコリメータの配列ピッチ（ポート間隔）を3mm程度よりも狭めることは極めて困難だからである。そのため、波長多重数が多くなればなるほど装置が大型化する欠点がある。

【0006】 また、複数の帯域通過フィルタによる繰り返し反射を利用する構成は、そのままでは幾つかのポートは伝送路に対して斜め方向に配設しなければならない、そのことも大型化の要因の一つとなる。

【0007】 本発明の目的は、ポート間隔を狭くして製品サイズを小さくできるようにした波長分波合波モジュールを提供することである。また本発明の他の目的は、全てのポートを伝送路に対して平行に配設でき、そのためより薄型製品サイズを小さくでき、光ファイバの引き回し也容易となり取り扱いやすい構造の波長分波合波モジュールを提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、相対向する2つの主表面が互いに平行で且つ該主表面が伝送路に対して傾いた状態で設けられるフィルタホルダと、該フィルタホルダの両方の主表面に取り付けられた選択通過波長の異なる複数の帯域通過フィルタとを具備し、特定の選択通過波長のみが対応する帯域通過フィルタを通過可能で、非選択通過波長は、前記フィルタホルダの内部で順次反射を繰り返す構造の分波合波器本体を用い、入出力ポートとして複数のファイバコリメータが前記分波合波器本体に対向して両側に振り分け配置されている波長分波合波モジュールである。本発明では、それら入出力ポートのうちの隣接するポートは、2本の光ファイバを同一フェルールに収容し、それら2本の光ファイバに対して共通のレンズを組み合わせた2芯ファイバコリメータで構成し、各2芯ファイバコリメータと帯域通過フィルタとの間に光路を曲げる光路補正プリズムを挿入して、各帯域通過フィルタとそれに対応する光ファイバと

の間を前記光路補正プリズム及びレンズを介して結合させるようになっている。

【0009】また本発明では、フィルタホルダの一方の主表面に取り付ける帯域通過フィルタを平行平板状とし、フィルタホルダの他方の主表面に取り付ける帯域通過フィルタを楔形として、全てのファイバコリメータを伝送路に対して平行に配設する構成が好ましい。

【0010】なお本明細書において「伝送路」とは、波長分波モジュールの場合には分波される波長多重光がフィルタホルダに入射する光路、波長合波モジュールの場合には合波された波長多重光がフィルタホルダから出射する光路を意味している。

【0011】

【発明の実施の形態】フィルタホルダとしては、例えばガラス製の平行四辺形状のブロックが好適である。ガラス中に光が透過するように構成してもよいし、光路部に孔を形成した構成でもよい。光路部に孔を形成する構成の場合には、平行四辺形状のブロックは金属製などでもよい。帯域通過フィルタとしては、例えばガラス基板の表面に誘電体多層膜を形成した干渉膜フィルタを用いる。これは、屈折率の異なる誘電体材料を $1/4$ 波長あるいは $1/2$ 波長の整数倍で交互に積層し、多層膜間の干渉を利用したフィルタである。所定の波長光のみの通過を許容する特性を呈する各帯域通過フィルタを、フィルタホルダに貼着する。フィルタホルダとフィルタ基板は同じ材質を用いることが好ましい。同材質であれば、熱膨張率も同じになり、モジュールの信頼性は一層向上する。帯域通過フィルタが平行平板型の場合には、フィルタホルダへの接着面でもその反対面でもどちらの面に誘電体多層膜が形成されていてもよいが、帯域通過フィルタが楔形の場合には、フィルタホルダへの接着面に誘電体多層膜を形成しておく必要がある。

【0012】

【実施例】図1は本発明に係る4波の波長分波モジュールの実施例を示している。同じモジュールでも、光を逆向きに入れることにより波長合波モジュールとしても使用できるが、以下の実施例では説明を簡略化するために、波長分波モジュールとして説明する。

【0013】この波長分波モジュールでは、少なくとも相対向する2つの主表面が互いに平行なフィルタホルダ10を用いる。この実施例では、フィルタホルダ10はガラス製であって、平行四辺形状（正確には対向面が図1に示すような平行四辺形で紙面に垂直な方向に奥行きがある柱体状）をなし、光路部には孔が形成されている。勿論、直方体でもよいが、光路として使用しない不要部分を切除した形状とする方が、小型化でき軽量化できるために好ましいからである。フィルタホルダ10の両方の主表面11a、11bに、選択通過波長の異なる複数の（ここでは片側2枚ずつ合計4枚）の帯域通過フィルタを取り付ける。

【0014】各帯域通過フィルタは、ガラス基板上に誘電体多層膜を積層形成したものであり、一方の主表面11aに貼着される第1の帯域通過フィルタ12a及び第3の帯域通過フィルタ12cのガラス基板は平行平板状であるのに対して、他方の主表面11bに貼着される第2の帯域通過フィルタ12b及び第4の帯域通過フィルタ12dのガラス基板は楔形である。ここでは、フィルタホルダ及びフィルタ基板は同じ材質からなり、接着剤により接着することで分波器本体14を構成している。平行平板状をなしている第1及び第3の帯域通過フィルタ12a、12cは、どちらの面でもフィルタホルダ10に接合してもよいが、楔形をなしている第2及び第4の帯域通過フィルタ12b、12dは、誘電体多層膜を形成した面でフィルタホルダ10に接合する。

【0015】フィルタホルダ10は、両方の主表面11a、11bが伝送路16に対して一定角度傾くように設ける。言い換えると、ここではフィルタホルダ10は、傾斜している主表面11a、11bに隣接する2面11c、11dが伝送路16に対して平行となるような平行四辺形となっている。フィルタホルダ10内に入射した波長多重光は、フィルタホルダ10の内部で非選択通過波長光が順次反射を繰り返して、特定の選択通過波長光のみが対応する帯域通過フィルタを通過することで分波が行われる。第1及び第3の帯域通過フィルタ12a、12cは、平行平板状であることによって、偶数回の反射光を通過させる際にその出射光路をそのまま伝送路16に平行に保ち、第2及び第4の帯域通過フィルタ12b、12dは、楔形であることによって、奇数回の反射光を通過させる際にその出射光路を伝送路16に平行となるように屈折させる機能を果たす。言い換えると、第2及び第4の帯域通過フィルタ12b、12dは、その楔形の角度及び取り付けの向きを上記のように出射光路が伝送路に平行になるように設計し取り付ける。

【0016】入出力ポートとして複数の（この実施例では3個）のファイバコリメータを前記分波器本体14に対向して振り分け配置する。入力ポートPは、1本の光ファイバをフェルールに収容し、それにレンズを組み合わせた単芯ファイバコリメータ20からなり、フィルタホルダ10の主表面11bに直接対向している。4個の出力ポートP<sub>1</sub>、…、P<sub>4</sub>のうちの隣接するポートP<sub>1</sub>とP<sub>2</sub>、及びポートP<sub>3</sub>とP<sub>4</sub>は、図2に示すように、2本の光ファイバ22を同じフェルール24に収容し、それら2本の光ファイバ22に共通のレンズ26を組み込んだ2芯ファイバコリメータ28からなり、光路補正プリズム30を介して帯域通過フィルタに対向する。

【0017】即ち、第1のポートP<sub>1</sub>と第3のポートP<sub>3</sub>は、それぞれ光ファイバを同じフェルールに収容し、それら2本の光ファイバに共通のレンズを組み込んだ2芯ファイバコリメータ28aからなる。この2芯ファイバコリメータ28aと分波器本体14との間に、光

路を曲げる光路補正プリズム30aを挿入して、帯域通過フィルタと光ファイバとの間を光路補正プリズム及びレンズを介して結合させるようにする。同様に、第2のポートP<sub>2</sub>と第4のポートP<sub>4</sub>は、それぞれの光ファイバを同じフェルールに収容し、それら2本の光ファイバに共通のレンズを組み込んだ2芯ファイバコリメータ28bからなる。この2芯ファイバコリメータ28bと分波器本体14との間に、光路を曲げる光路補正プリズム30bを挿入して、帯域通過フィルタと光ファイバとの間を光路補正プリズム及びレンズを介して結合させるようにする。光路補正プリズム30a、30bは、ここでは2個のガラス製の楔形プリズムを対称的に組み合わせ貼り合わせて五角形状とした構造であり、その楔形の角度に基づく屈折を利用して平行光を交差光に変換してレンズに導くようにしている。

【0018】ここでは、第1の帯域通過フィルタ12aは選択通過波長 $\lambda_1$ 、第2の帯域通過フィルタ12bは選択通過波長 $\lambda_2$ 、第3の帯域通過フィルタ12cは選択通過波長 $\lambda_3$ 、第4の帯域通過フィルタ12dは選択通過波長 $\lambda_4$ であるように設計されている。入力ポートPから4波の波長多重光(波長: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ )が伝送されてきたとする。この多重波長光は、単芯ファイバコリメータ20からフィルタホルダ10に直接入射する。

【0019】フィルタホルダ10を透過した波長多重光は、第1の帯域通過フィルタ12aに至り、選択通過波長 $\lambda_1$ はそのまま通過し、非選択通過波長 $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ は反射する。第1の帯域通過フィルタ12aを通過した選択通過波長 $\lambda_1$ は、光路補正プリズム30aで屈折し、2芯ファイバコリメータ28aのレンズで集光されて第1の出力ポートP<sub>1</sub>となっている光ファイバに結合する。第1の帯域通過フィルタ12aで反射しフィルタホルダ10を通過した非選択通過波長 $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ は第2の帯域通過フィルタ12bに至り、そこで選択通過波長 $\lambda_2$ は通過し、非選択通過波長 $\lambda_3, \lambda_4$ は反射する。第2の帯域通過フィルタ12bを通過した選択通過波長 $\lambda_2$ は、外側面で屈折し平行光となり、更に光路補正プリズム30bで屈折し、2芯ファイバコリメータ28bのレンズで集光されて第2の出力ポートP<sub>2</sub>となっている光ファイバに結合する。第2の帯域通過フィルタ12bで反射しフィルタホルダ10を通過した非選択通過波長 $\lambda_3, \lambda_4$ は第3の帯域通過フィルタ12cに至り、選択通過波長 $\lambda_3$ は通過し、非選択通過波長 $\lambda_4$ は反射する。第3の帯域通過フィルタ12cを通過した選択通過波長 $\lambda_3$ は、光路補正プリズム30aで屈折して2芯ファイバコリメータ28aのレンズで集光されて第3の出力ポートP<sub>3</sub>となっている光ファイバに結合する。第3の帯域通過フィルタ12cで反射しフィルタホルダ10を通過した非選択通過波長 $\lambda_4$ は第4の帯域通過フィルタ12dに至

り、選択通過波長 $\lambda_4$ は通過し、それ以外の非選択通過波長光(雑音成分など)は反射する。第4の帯域通過フィルタ12dを通過した選択通過波長 $\lambda_4$ は、外側面で屈折して平行光となり、更に光路補正プリズム30bで屈折し、2芯ファイバコリメータ28bのレンズで集光されて第4の出力ポートP<sub>4</sub>となっている光ファイバに結合する。

【0020】なお、第4の帯域通過フィルタは、フィルタ機能を持っていない単なる楔形のガラス板で置き換えてもよい。

【0021】このように2芯フェルールと両方の光ファイバに共通のレンズを組み合わせた2芯ファイバコリメータを用いると、隣り合う選択通過波長光の射出光路間隔をdを0.5mm程度まで接近させることができ(図2参照)、伝送路16に対して直交方向(図1で図面上の上下方向)のフィルタホルダ長さを短縮できる。またフィルタホルダ11a、11bの傾斜をできるだけ立てることができる。誘電体多層膜を用いる帯域通過フィルタでは、光が誘電体多層膜に対して出来るだけ直交に近い状態で入射する方が波長選択特性が良好となる。射出光路間隔が広い場合には、特性を優先させるならば伝送路16に沿った方向(図1で図面上の左右方向)の寸法が長くなり、小形化を優先させれば特性の劣化がもたらされる。しかし、本発明の構造では、良好な波長選択特性を維持しつつ伝送路16に沿った方向(図1で図面上の左右方向)の寸法短縮が可能となる。このように、本発明ではフィルタホルダを含めて装置を著しく小形化、軽量化でき、良好な特性を発現させることができる。

【0022】上記のように、入力ポートPから入力された波長多重光は、分波器本体14内で反射を繰り返し、各帯域通過フィルタ12a、..., 12dから選択通過波長光が順次取り出されて、対応する各出力ポートP<sub>1</sub>, ..., P<sub>4</sub>から出力される。このようにして波長分波、波長の切り分けが行われる。

【0023】このような波長分波モジュールは、光の向きを逆にするだけで、そのまま波長合波モジュールとして使用できる。各ポートP<sub>1</sub>, ..., P<sub>4</sub>からそれぞれ波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ の光を入力すると、ポートPから波長多重化された光が出力する。

【0024】図3は本発明に係る波長分波モジュールの他の実施例を示している。これは8波の分波モジュールであるが、ポート数が増えているだけの違いで、基本的には図1に示すものと同様の構造である。平行四辺形状のフィルタホルダ40と、該フィルタホルダ40の両方の主表面に取り付けられた選択通過波長の異なる8個(片側4個)の帯域通過フィルタ42、43からなる分波器本体44を用いる。ここでは、一方の主表面に貼着される帯域通過フィルタ42は平行平板状であり、他方の主表面に貼着される帯域通過フィルタ43は楔形である。

【0025】入力ポートとして複数(この実施例では5個)のファイバコリメータがフィルタホルダの2つの主表面に対向して分散配置されている。入力ポートPは単芯ファイバコリメータ46からなる。8個の出力ポート $P_1, \dots, P_8$ のうちの隣接するポートは2芯ファイバコリメータ48からなる。各2芯ファイバコリメータ48と分波器本体44との間には光路を曲げる光路補正プリズム50を挿入して、帯域通過フィルタと光ファイバとの間を光路補正プリズム及びレンズを介して結合させるように構成する。

【0026】各帯域通過フィルタ42、43の選択通過波長を順次 $\lambda_1, \dots, \lambda_8$ とし、入力ポートPから波長多重光(波長: $\lambda_1, \dots, \lambda_8$ )を入力する。フィルタホルダ40で反射を繰り返す過程で、各選択通過波長光は対応する帯域通過フィルタを通過し、対応する出力ポートから出力する。なお、この例でも最後の波長 $\lambda_8$ を選択する帯域通過フィルタとしては、フィルタ機能を持たない単なるガラス板でも使用可能である。

【0027】出力ポート数を増やすだけで、同様の構成によって16波の波長分波モジュール、32波の波長分波モジュールなどにも対応できることは言うまでもない。ポート間隔を狭くできることによる小形化の効果は、波長多重の数が多くなりポート数が多くなるほど顕著となる。

【0028】図4は本発明に係る波長分波モジュールの更に他の実施例を示している。これも4波の波長分波モジュールの場合であり、基本的には図1に示すものと同様の構成である。そのため、対応する部材には同一符号を付し、それらについての説明は省略する。

【0029】図1の構成と異なる点は、両方の主表面に貼着する全ての帯域通過フィルタ12a, ..., 12dを平行平板状としている点である。この構成は、各帯域通過フィルタのガラス基板の加工が容易となる利点がある。反面、選択通過波長光の一部が伝送路に対して斜め方向に射出されるために、伝送路に対して直交方向の長さ(図4で図面上の上下方向)が多少長くなり、出力ポート位置が斜めになる。

【0030】なお本発明において、帯域通過フィルタとして誘電体多層膜干渉フィルタを用いると、波長分波の

温度特性は約 $1\text{ pm}/^\circ\text{C}$ 程度と低く抑えることができ、良好且つ安定した特性を実現できる。

#### 【0031】

【発明の効果】本発明は上記のように、2芯フェルルとそれらの光ファイバに共通のレンズを組み合わせた構造の2芯ファイバコリメータと、光路補正プリズムを用いるために、ポート間隔を狭くでき、製品サイズを小形化できる効果がある。この小形化の効果は、波長多重数が多くなるほど顕著となるため、今後の波長分割多重方式の光通信システムにおいてますます有効となる。

【0032】特に、フィルタホルダの一方の主表面に貼着する帯域通過フィルタを平行平板状とし、他方の主表面に貼着する帯域通過フィルタを楔形に整形すると、例えば波長分波モジュールの場合、全ての帯域通過フィルタからの射出光の光路を伝送路に対して平行にでき、そのため製品をより一層小形化できるし、外部への光ファイバの引き回しも容易となり、取り扱いやすくなる効果が生じる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る波長分波モジュールの一実施例を示す説明図。

【図2】2芯ファイバコリメータと光路補正プリズムの説明図。

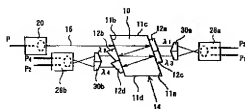
【図3】本発明に係る波長分波モジュールの他の実施例を示す説明図。

【図4】本発明に係る波長分波モジュールの更に他の実施例を示す説明図。

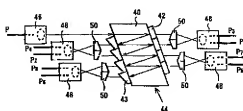
#### 【符号の説明】

- 10 フィルタホルダ
- 11a, 11b 主表面
- 12a, 12b, 12c, 12d 帯域通過フィルタ
- 14 分波器本体
- 16 伝送路
- 20 単芯ファイバコリメータ
- 22 光ファイバ
- 24 2芯フェルル
- 26 レンズ
- 28, 28a, 28b 2芯ファイバコリメータ
- 30, 30a, 30b 光路補正プリズム

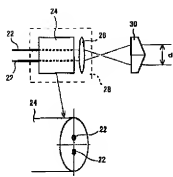
【図1】



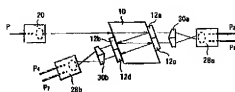
【図3】



【图2】



【图4】



(19) Japanese Patent  
Office (JP)

(12) Publication of  
Unexamined Patent  
Application (A)

(11) Disclosure Number  
Unexamined Application 2001-281493  
(P2001-281493A)

(43) Date of Disclosure: October 10, 2001

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
(Reference)

Ident. Code

FI

Theme Code

G02B 6/28

G02B 6/28

C

Examination Request Status: Not Yet Requested. No. of Claims: 2 OL (6 pages total)

(21) Filing Number:

Patent

Application

No.

P2000-89362

(22) Date of Application: March 28, 20001

(71) Applicant: 000237721

FDK Corporation

36-11 5-chome, Shinbashi

Minato-ku, Tokyo-to

(72) Inventor: Akihiro MASUDA

c/o Fuji Denki Kagaku Corporation

36-11 5-chome, Shinbashi

Minato-ku, Tokyo-to

(72) Inventor: Tomokazu IMURA

c/o Fuji Denki Kagaku Corporation

36-11 5-chome, Shinbashi

Minato-ku, Tokyo-to

(72) Inventor: Takeshi MATSUI

c/o Fuji Denki Kagaku Corporation

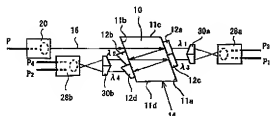
36-11 5-chome, Shinbashi

Minato-ku, Tokyo-to

(74) Agent: 100078961

Patent Attorney Yuzuru SHIGEMI

(54) [Title of the Invention] WAVELENGTH DEMULTIPLEXING  
AND MULTIPLEXING MODULE



(57) [Abstract]

**[PROBLEM TO BE SOLVED]** To reduce the size of a product by narrowing a port interval and also to facilitate drawing around of an optical fiber by disposing all ports in parallel to a transmission line.

**[SOLUTION]** A plurality of band pass filters 12a, 12b, 12c, 12d different in a selective transmission wavelength are provided in a filter holder 10 whose two mutually facing main surfaces 11a, 11b are parallel each other and which is provided so as to tilt relative to the transmission line 16, and a demultiplexing and multiplexing device main body 14 wherein non-selective transmission wavelength light is subjected to repeated reflection and specified wavelength light passes through the band pass filter is used. A plurality of fiber collimators are arranged as input and output ports. Adjacent ports are composed of two-fiber collimators 28a, 28b wherein two optical fibers are stored in the same ferrule and a lens common to those is incorporated, optical path correcting prisms 30a, 30b are inserted between the fiber collimators and the demultiplexing and multiplexing device main body, and the band filter is coupled to the optical fiber via the optical path correcting prism and the lens.



#### [Claims]

[Claim 1] Can have the following, can pass a band-pass filter in which only a specific selection passing wavelength light corresponds, and non selection passing wavelength light, a spectral separation multiplexing vessel body of structure which repeats reflection successively inside said filter holder is used, it is the wavelength division multiplexing module which two or more fiber collimators counter said spectral separation multiplexing vessel body as input/output port, distributes to both sides, and is arranged, a port where it adjoins of the input/output port accommodates two optical fibers in the same ferrule, comprise a 2 core fiber collimator which combined a common lens to these two optical fibers, and optical-path amendment prism which bends an optical path between 2 core fiber collimator and a band-pass filter is inserted, a wavelength division multiplexing module characterized by making it combine between each band-pass filter and optical fibers corresponding to it via said optical-path amendment prism and a lens. A filter holder provided after two main table sides which carry out for relativity were mutually parallel and this main table side has inclined to a transmission line. Several band-pass filters in which selection passing wavelengths attached to a main table side of both these filter holders differ.

[Claim 2] The wavelength division multiplexing module according to claim 1 in which a band-pass filter attached to one main table side of a filter holder is a parallel plate-like, a band-pass filter attached to a main table side of another side is a wedge, and all the fiber collimators are allocated in parallel with a transmission line.

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] If fields, such as optical communications, describe this invention in more detail about the optical circuit module for performing wavelength division or wavelength multiplexing, The band-pass filter in which selection passing wavelengths differ is attached to both the main table side of a filter holder with a parallel main table side, and it is related with the multiple echo type wavelength division multiplexing module which allocated the fiber collimator used as input/output port. This wavelength division multiplexing module is an optical circuit module useful although two or more waves of

multiplexed optical signals are carved for every wavelength, for example in the optical fiber communications system of wavelength division multiplexing. It is an optical circuit module available also to wavelength multiplexing.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the optical fiber communications system of wavelength division multiplexing, two or more waves of multiplexed optical signals are carved for every wavelength, or the optical circuit which multiplexes several different wavelength light to the wavelength-multiplexed optical signal is needed. Although the number of wavelength division multiplexes has many cases, such as four waves, eight waves, or 16 waves, now, it is in the tendency which increases to 32 or more waves increasingly with increase of channel capacity.

[0003] Although there are some methods in the optical circuit which separates spectrally or multiplexes wavelength, when there is many wavelength multiplexing, the multiple echo type wavelength division multiplexing optical circuit which combined two or more band-pass filters is used (when it is four or more waves).

[0004] This kind of wavelength division multiplexing optical circuit allocates several band-pass filters in which selection passing wavelengths differ, the band-pass filter in which only a specific selection passing wavelength light corresponds is passed, and non selection passing wavelength light is constituted so that reflection may be repeated successively. And it distributes to both sides and the fiber collimator used as input/output port is arranged so that each band-pass filter may be countered. The whole of each fiber collimator accommodates one optical fiber in a ferrule, and the single fiber structure which combined it and a lens is adopted here.

[0005]

[Problems to be Solved by the Invention] In the spectral separation multiplexing device for wavelength multiplex optical telecommunications which is developed conventionally or is examined, since the single fiber collimator is used as each input/output port as mentioned above, if the number of wavelength multiplexing increases, a device will be enlarged remarkably. It is because it is very difficult to narrow the array pitch (port interval) of an adjoining fiber collimator from about 3 mm if the diameter (usually not less than about 2 mm) of the sphere lens built into a fiber collimator or a ferrule is taken into consideration. Therefore, if the number of wavelength multiplexing increases,

there is a fault which a device enlarges indeed.

[0006] The port of some then where the composition using the repetition reflection by two or more band-pass filters is as it is must be allocated in an oblique direction to a transmission line, and that is also set to one of the factors of enlargement.

[0007] The purpose of this invention is to provide the wavelength division multiplexing module which narrows a port interval and could be made to make product size small. Other purposes of this invention are to provide the wavelength division multiplexing module of the structure of being able to allocate all the ports in parallel to a transmission line, therefore product size being further made small, and leading about of an optical fiber also becoming easy and being easy to deal with it.

[0008]

[Means for Solving the Problem] A filter holder provided after two main table sides of this invention which carry out for relativity were mutually parallel and this main table side has inclined to a transmission line, Several band-pass filters which differ in a selection passing wavelength attached to a main table side of both these filter holders can be provided, and a band-pass filter in which only a specific selection passing wavelength light corresponds can be passed, Non selection passing wavelength light is a wavelength division multiplexing module which two or more fiber collimators counter said spectral separation multiplexing vessel body as input/output port, distributes to both sides, and is arranged using a spectral separation multiplexing vessel body of structure which repeats reflection successively inside said filter holder. In this invention, a port where it adjoins of these input/output port, Accommodate two optical fibers in the same ferrule, and it constitutes from a 2 core fiber collimator which combined a common lens to these two optical fibers, Optical-path amendment prism which bends an optical path is inserted between a two core each fiber collimator and a band-pass filter, and between each band-pass filter and optical fibers corresponding to it is combined with it via said optical-path amendment prism and a lens.

[0009] Composition which makes a band-pass filter attached to one main table side of a filter holder the shape of a parallel plate in this invention, and allocates all the fiber collimators in parallel to a transmission line by using as a wedge a band-pass filter attached to a main table side of another side of a filter holder is preferred.

[0010] In the case of a wavelength division module, a "transmission line" as used herein means an optical path by which wavelength multiplexing light separated spectrally enters into a filter holder, and an optical path which wavelength multiplexing light it was multiplexed [ wavelength multiplexing light ] emits from a filter holder in the case of a wavelength multiplexing module.

[0011]

[Embodiment of the Invention] As a filter holder, the block of glass parallelogram shape is preferred, for example. The composition which could constitute so that light might penetrate the inside of glass, and formed the hole in the optical path part may be used. In composition of forming a hole in an optical path part, metal etc. may be sufficient as the block of parallelogram shape. As a band-pass filter, the interference film filter which formed the dielectric multilayer, for example on the surface of the glass substrate is used. This is the filter which laminated by turns the dielectric materials in which refractive indices differ by  $1/4$  wave or  $1/2$  wave of integral multiple, and used interference between multilayer films. Each band-pass filter which presents the characteristic of permitting passage of only predetermined wavelength light is stuck on a filter holder. As for a filter holder and a filter base board, it is preferred to use the same construction material. If it is same material, a coefficient of thermal expansion will also become the same, and its modular reliability will improve further. When a band-pass filter is a parallel plate type, the dielectric multilayer may be formed in which field also the adhesion side to a filter holder, or in respect of [ its ] opposite, but when a band-pass filter is a wedge, it is necessary to form a dielectric multilayer in the adhesion side to a filter holder.

[0012]

[Examples] Drawing 1 shows one example of the wavelength division module of four waves concerning this invention. Although the same module can also be used also as a wavelength multiplexing module by putting in light for reverse, in order to simplify explanation, in the following examples, it explains as a wavelength division module.

[0013] In this wavelength division module, two main table sides which carry out for relativity at least use the parallel filter holder 10 of each other. In this example, the filter holder 10 is glass, parallelogram shape (the shape of a prism which has depth in the direction vertical to space with a parallelogram as an

opposed face shows correctly to drawing 1) is made, and the hole is formed in the optical path part. Of course, although a rectangular parallelepiped may be sufficient, it is because it can miniaturize and the weight saving of the direction made into the shape which excised the unnecessary portion which is not used as an optical path can be carried out, so it is desirable. The band-pass filter of plurality (a total of four sheets [ Here ] of every two one side) in which selection passing wavelengths differ is attached to the main table sides 11a and 11b of both filter holders 10.

[0014] Each band-pass filter carries out laminating formation of the dielectric multilayer on a glass substrate, The glass substrate of the 2nd band-pass filter 12b and the 4th band-pass filter 12d stuck on the main table side 11b of another side to the glass substrate of the 1st band-pass filter 12a and the 3rd band-pass filter 12c stuck on one main table side 11a being a parallel plate-like is a wedge. Here, a filter holder and a filter base board consist of the same construction material, and the main part 14 of a branching filter consists of pasting up with adhesives. Although the 1st and 3rd band-pass filters 12a and 12c that are making the shape of a parallel plate may be pasted up on the filter holder 10 in respect of which, the 2nd and 4th band-pass filters 12b and 12d that are forming the wedge are pasted up on the filter holder 10 in the field in which the dielectric multilayer was formed.

[0015] The filter holder 10 is formed so that both main table sides 11a and 11b may incline to the transmission line 16 in a fixed angle degree. In other words, the filter holder 10 serves as the parallelogram which adjoins the sloping main table sides 11a and 11b that 11c and 11d become parallel to the transmission line 16 the 2nd page here. Spectral separation is performed because the wavelength multiplexing light which entered in the filter holder 10 passes the band-pass filter in which non selection passing wavelength light repeats reflection successively inside the filter holder 10, and only a specific selection passing wavelength light corresponds. The 1st and 3rd band-pass filters 12a and 12c, When passing even times of reflected light by being a parallel plate-like, keep the emitted light way parallel to the transmission line 16 as it is, and the 2nd and 4th band-pass filters 12b and 12d, By being a wedge, when passing the reflected light of the odd number of times, the function to make the emitted light way refracted so that it may become parallel to the transmission line 16 is achieved. In other words, it designs and the 2nd and 4th band-pass filters 12b and 12d are attached so that an emitted light way may become

parallel to a transmission line as mentioned above about the angle of the wedge, and the direction to attachment.

[0016] As input/output port, said main part 14 of a branching filter is countered, and the fiber collimator of plurality (in this example, three pieces) is distributed, and is arranged. Input port P accommodated one optical fiber in the ferrule, consisted of the single fiber collimator 20 which combined the lens with it, and has countered the main table side 11b of the filter holder 10 directly. Four output port P<sub>1</sub>, --, port P<sub>1</sub> adjoined of the P<sub>1</sub> and P<sub>3</sub>, and port P<sub>2</sub> and P<sub>4</sub>. As shown in drawing 2, the two optical fibers 22 are accommodated in the same ferrule 24, it consists of the 2 core fiber collimator 28 incorporating the lens 26 common to these two optical fibers 22, and a band-pass filter is countered via the optical-path amendment prism 30.

[0017] That is, 1st port P<sub>1</sub> and 3rd port P<sub>3</sub> accommodate each optical fiber in the same ferrule, and consist of the 2 core fiber collimator 28a incorporating a lens common to these two optical fibers. Between this 2 core fiber collimator 28a and the main part 14 of a branching filter, the optical-path amendment prism 30a which bends an optical path is inserted, and it is made to combine between a band-pass filter and optical fibers with it via optical-path amendment prism and a lens. Similarly, 2nd port P<sub>2</sub> and 4th port P<sub>4</sub> accommodate each optical fiber in the same ferrule, and consist of the 2 core fiber collimator 28b incorporating a lens common to these two optical fibers. Between this 2 core fiber collimator 28b and the main part 14 of a branching filter, the optical-path amendment prism 30b which bends an optical path is inserted, and it is made to combine between a band-pass filter and optical fibers with it via optical-path amendment prism and a lens. The optical-path amendment prism 30a and 30b is the structure which combined two glass wedged prisms symmetrically, pasted them together here, and was made into the shape of a pentagon.

He changes a parallel beam into intersection light using the refraction based on the angle of the wedge, and is trying to lead to a lens.

[0018] Here, the 1st band-pass filter 12a Selection passing wavelength  $\lambda_1$ , As for the 2nd band-pass filter 12b, selection passing wavelength  $\lambda_2$  and the 3rd band-pass filter 12c are designed so that selection passing wavelength  $\lambda_3$  and the 4th band-pass filter 12d may be selection passing wavelength  $\lambda_4$ . It is assumed that the wavelength multiplexing light (wavelength:  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ ) of four waves has been transmitted from input port P. This multiple wave light does direct entering to the filter holder 10 from the single fiber collimator 20.

[0019] The wavelength multiplexing light which penetrated the filter holder 10 results in the 1st band-pass filter 12a, selection passing wavelength light  $\lambda_1$  passes as it is, and non selection passing wavelength light  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  reflect it. Selection passing wavelength light  $\lambda_1$  which passed the 1st band-pass filter 12a is refracted by the optical-path amendment prism 30a, and is combined with the optical fiber which is condensed with the lens of 2 core fiber collimator 28a, and serves as 1st output port P1. Non selection passing wavelength light  $\lambda_2$  which reflected with the 1st band-pass filter 12a, and passed the filter holder 10,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  result in the 2nd band-pass filter 12b, Then, selection passing wavelength light  $\lambda_2$  passes and non selection passing wavelength light  $\lambda_3$  and  $\lambda_4$  reflect it. Selection passing wavelength light  $\lambda_2$  which passed the 2nd band-pass filter 12b is refracted in the lateral surface, and serves as a parallel beam, and also is refracted by the optical-path amendment prism 30b, and is combined with the optical fiber which is condensed with the lens of 2 core fiber collimator 28b, and serves as 2nd output port P2. Non selection passing wavelength light  $\lambda_3$  and  $\lambda_4$  which reflected with the 2nd band-pass filter 12b, and passed the filter holder 10 result in the 3rd band-pass filter 12c, and selection passing wavelength light  $\lambda_3$  passes and reflects non selection passing wavelength light  $\lambda_4$ . Selection passing wavelength light  $\lambda_3$  which passed the 3rd band-pass filter 12c is combined with the optical fiber which is refracted by the optical-path amendment prism 30a, is condensed with the lens of 2 core fiber collimator 28a, and serves as 3rd output port P3. Non selection passing wavelength light  $\lambda_4$  which reflected with the 3rd band-pass filter 12c, and passed the filter holder 10 results in the 4th band-pass filter 12d, and selection passing wavelength light  $\lambda_4$  passes and reflects the other non selection passing wavelength lights (noise component etc.). Selection passing wavelength light  $\lambda_4$  which passed the 4th band-pass filter 12d is refracted in the lateral surface, and serves as a parallel beam, and also is refracted by the optical-path amendment prism 30b, and is combined with the optical fiber which is condensed with the lens of 2 core fiber collimator 28b, and serves as 4th output port P4.

[0020] The 4th band-pass filter may be replaced with the glass plate of a mere wedge without a filtering function.

[0021] Thus, if 2 core fiber collimator which combined the lens common to the optical fiber of 2 core ferrule and both is used, d can be made for the emitted light way interval of an adjacent selection passing wavelength light to approach to about 0.5 mm (refer to drawing 2), and the filter holder length of direction

crossing at a right angle (it is a sliding direction on a drawing at drawing 1) can be shortened to the transmission line 16. The inclination of the filter holders 11a and 11b can be stood as much as possible. In the band-pass filter using a dielectric multilayer, it becomes that it is [ wavelength selection properties ] better for light to enter in the state near a rectangular cross as much as possible to a dielectric multilayer. When an emitted light way interval is large, if priority is given to the characteristic, the size of the direction (it is a longitudinal direction on a drawing at drawing 1) along the transmission line 16 will become long, and degradation of the characteristic will be brought about if priority is given to a miniaturization. However, in the structure of this invention, size shortening of the direction (it is a longitudinal direction on a drawing at drawing 1) along the transmission line 16 is attained, maintaining good wavelength selection properties. Thus, a filter holder can be included, remarkably, it can miniaturize, the weight saving of the device can be carried out, and the good characteristic can be made to reveal in this invention.

[0022] As mentioned above, reflection is repeated within the main part 14 of a branching filter, selection passing wavelength light is taken out from each band-pass filters 12a, --, 12d one by one, and the wavelength multiplexing light inputted from input port P is outputted from each corresponding output port P<sub>1</sub> and --, and P<sub>4</sub>. Thus, wavelength division and wavelength carving is performed.

[0023] Such a wavelength division module is making direction of light reverse, comes out as it is and can be used as a wavelength multiplexing module. Each port P<sub>1</sub>, --, the light wavelength-multiplexized from the port P when the light of wavelength  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  was inputted from P<sub>4</sub>, respectively output.

[0024] Drawing 3 shows other examples of the wavelength division module concerning this invention. Although this is a spectral separation module of eight waves, it is only the difference whose number of ports is increasing, and is the same structure as what is fundamentally shown in drawing 1. The main part 44 of a branching filter which consists of the eight band-pass filters (four one side) 42 and 43 in which the selection passing wavelengths attached to the main table side of both the filter holder 40 of parallelogram shape and this filter holder 40 differ is used. The band-pass filter 42 stuck on one main table side is a parallel plate-like also here, and the band-pass filter 43 stuck on the main table side of another side is a wedge.

[0025] As input/output port, the fiber collimator of plurality (this example five pieces) counters two main table sides of a filter holder, and is distributed. Input



port P consists of the single fiber fiber collimator 46. Eight output port  $P_1, \dots$ , the port where it adjoins of the  $P_8$  consist of the 2 core fiber collimator 48. Between the two core each fiber collimator 48 and the main part 44 of a branching filter, the optical-path amendment prism 50 which bends an optical path is inserted, and it constitutes so that between a band-pass filter and optical fibers may be combined via optical-path amendment prism and a lens.

[0026] The selection passing wavelength of each band-pass filters 42 and 43 is made into  $\lambda_1, \dots, \lambda_8$  one by one, and wavelength multiplexing light (wavelength:  $\lambda_1, \dots, \lambda_8$ ) is inputted from input port P. In the process in which reflection is repeated with the filter holder 40, each selection passing wavelength light passes a corresponding band-pass filter, and outputs it from a corresponding output port. As a band-pass filter which chooses wavelength  $\lambda_8$  of this example or the last, it is usable also with a mere glass plate without a filtering function.

[0027] It cannot be overemphasized that it can deal with the wavelength division module of 16 waves, the wavelength division module of 32 waves, etc. by same composition only by increasing the number of output ports. The effect of the miniaturization by the ability to narrow a port interval becomes so remarkable that the number of wavelength multiplexing increases and the number of ports increases.

[0028] Drawing 4 shows the example of further others of the wavelength division module concerning this invention. This is also a case of the wavelength division module of four waves, and is the same structure as what is fundamentally shown in drawing 1. Therefore, identical codes are given to a corresponding member and the explanation about them is omitted.

[0029] A different point from the composition of drawing 1 is a point which makes all the band-pass filters 12a,  $\dots$ , 12d stuck on both main table sides the shape of a parallel plate. There is an advantage it becomes easy [ this composition ] to process the glass substrate of each band-pass filter. On the other hand, since a part of selection passing wavelength light is emitted to an oblique direction to a transmission line, the length (it is a sliding direction on a drawing at drawing 4) of direction crossing at a right angle becomes somewhat long to a transmission line, and an output port position becomes slanting.

[0030] In this invention, if a dielectric multilayer interference filter is used as a band-pass filter, the temperature characteristics of wavelength division can be low suppressed with about 1 pm/about  $^{\circ}\text{C}$ , and can realize fitness and the stable characteristic.

[0031]

[Effect of the Invention] In order to use 2 core fiber collimator and the optical-path amendment prism of the structure which combined the lens common to 2 core ferrules and those optical fibers as mentioned above, this invention can narrow a port interval and has an effect which can miniaturize product size. Since the effect of this miniaturization becomes so remarkable that the number of wavelength multiplexing increases, it is set to the optical fiber communications system of future wavelength division multiplexing, and becomes increasingly effective.

[0032] If the band-pass filter which makes the band-pass filter especially stuck on one main table side of a filter holder the shape of a parallel plate, and is stuck on the main table side of another side is formed to a wedge, for example, in the case of a wavelength division module, the optical path of the emitted light from all the band-pass filters is made to parallel to a transmission line, therefore a product can be miniaturized further, leading about of the optical fiber to the exterior also becomes easy, and the effect which becomes easy to deal with it produces it.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The explanatory view showing one example of the wavelength division module concerning this invention.

[Drawing 2] The explanatory view of 2 core fiber collimator and optical-path amendment prism.

[Drawing 3] The explanatory view showing other examples of the wavelength division module concerning this invention.

[Drawing 4] The explanatory view showing the example of further others of the wavelength division module concerning this invention.

[Description of Notations]

10 filter holder

11a and 11b main table side

12a, 12b, 12c, 12d band-pass filter

14 main part of a branching filter

16 transmission line

20 single fiber collimator

22 optical fiber

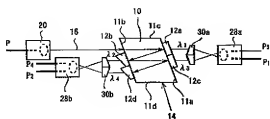
24 2 core ferrule

26 lens

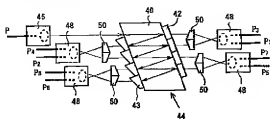
28, 28a, a 28b 2 core fiber collimator

30, 30a, and 30b optical-path amendment prism

[Drawing 1]



[Drawing 3]



[Drawing 2]

